

Universitat de Lleida

**Efectividad del biofeedback en el tratamiento del equilibrio
y la marcha en pacientes con Parkinson: una revisión
sistemática**

***Effectiveness of biofeedback in the treatment of balance
and gait in patients with Parkinson's disease: a systematic
review***

Por: Divina Mireia Doste Torres

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Grado en Fisioterapia

Tutorizado por: Diana Renovell Romero

Trabajo final de grado

Curso 2017-2018

25 de mayo de 2018

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Índice de figuras	6
Índice de tablas	6
Lista de acrónimos	7
1. Introducción	8
1.1. Enfermedad de Parkinson.....	8
1.1.1. Fisiopatología	9
1.1.2. Etiología.....	11
1.1.3. Epidemiología.....	12
1.1.4. Manifestaciones clínicas.....	13
1.1.4.1. Manifestaciones motoras.....	13
1.1.4.2. Clínica no motora	14
1.1.5. Diagnóstico.....	15
1.1.6. Instrumentos de evaluación.....	16
1.1.7. Tratamiento	17
1.2. Técnica de biofeedback	19
2. Justificación	21
3. Objetivos.....	22
4. Metodología	23
4.1. Pregunta de investigación	23
4.2. Estrategia de búsqueda	23
4.3. Criterios de inclusión y exclusión	25
4.4. Resultados de la estrategia de búsqueda	26
4.5. Evaluación de la calidad metodológica	27
4.6. Evaluación del riesgo de sesgo en los artículos incluidos.....	28

5. Resultados	29
5.1. Características de la muestra.....	29
5.2. Intervención.....	29
5.3. Variables y herramientas de evaluación.....	30
5.4. Efectividad de las intervenciones	31
6. Discusión	36
7. Limitaciones	42
8. Conclusiones	43
9. Bibliografía	44
10. Anexos.....	49
10.1. Anexo I: clasificación de Hoehn y Yahr	49
10.2. Anexo II: escala MDS-UPDRS	49
10.3. Anexo III: escala PDQ-39.....	49
10.4. Anexo IV: escala CASPe.....	52
10.5. Anexo V: escala CEBM	55

Resumen

Pregunta de investigación: ¿Es efectivo el biofeedback para tratar el equilibrio y la marcha en los pacientes con la enfermedad de Parkinson? **Objetivo:** conocer la efectividad del biofeedback en el tratamiento del equilibrio y la marcha en pacientes con la enfermedad de Parkinson. **Metodología. Estrategia de búsqueda:** se realizó una búsqueda bibliográfica desde enero hasta marzo de 2018, en las bases de datos PubMed, ScienceDirect, PEDro, Scopus, La biblioteca de Cochrane Plus, Enfispo y LILACS. **Selección de estudios:** ensayos clínicos aleatorizados. **Análisis de los datos:** se utilizó la escala CASPe para evaluar la calidad metodológica, la escala CEBM para el nivel de evidencia y el grado de recomendación, y la herramienta de colaboración de Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo. **Resultados:** Se incluyeron 6 estudios, publicados entre 2012 y 2017, con una muestra total de 208 pacientes y con una calidad metodológica de 7/11 y 8/11 en la escala CASPe, un nivel de evidencia 1b y 2b en la escala CEBM y con bajo riesgo de sesgo. **Conclusión:** el biofeedback ha obtenido resultados significativos en más de la mitad de los estudios analizados. Los 3 tipos de biofeedback; visual, auditivo o vibrotáctil han conseguido mejorar el equilibrio y la marcha, además de generar una buena adherencia. Sin embargo, es necesario analizar un mayor número de estudios valorando los diferentes tipos de biofeedback, incluido el electrotáctil, y estudiando el protocolo de actuación establecido en esta RS.

Palabras clave: enfermedad de Parkinson, biofeedback, equilibrio y marcha.

Abstract

Research question: Is biofeedback effective in treating balance and gait in patients with Parkinson's disease? **Objective:** to know the effectiveness of biofeedback in the treatment of balance and gait in patients with Parkinson's disease. **Methodology.** **Search strategy:** a bibliographic search was conducted from January to March 2018, of the PubMed, ScienceDirect, PEDro, Scopus, Cochrane Library, Enfispo and LILACS databases. **Study selection:** randomized clinical trials. **Data analysis:** the CASPe scale was used to assess methodological quality, the CEBM scale for the level of evidence and degree of recommendation, and the Cochrane collaboration tool to assess the risk of bias. **Results:** 6 studies published between 2012 and 2017 were included, with a total sample of 208 patients and a methodological quality of 7/11 and 8/11 on the CASPe scale, a level of evidence 1b and 2b on the CEBM scale and low risk of bias. **Conclusion:** biofeedback has obtained significant results in more than half of the studies analyzed. All 3 types of biofeedback; visual, auditory or vibrotactile have improved balance and gait, as well as generating good adherence. However, it is necessary to analyze a greater number of studies evaluating the different types of biofeedback, including electrotactile, and studying the protocol of action established in this RS.

Keywords: Parkinson's disease, biofeedback, balance and gait.

Índice de figuras

Figura 1: Circuito de la vía directa e indirecta de los ganglios basales	10
Figura 2: Diagrama de flujo de los resultados de la búsqueda.....	26

Índice de tablas

Tabla 1: Estructura del formato PICO	23
Tabla 2: estrategia de búsqueda	24
Tabla 3: calidad metodológica: escala CASPe.	27
Tabla 4: nivel de evidencia y grado de recomendación: escala CEBM.	27
Tabla 5: Riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la RS.	28
Tabla 6: resultados de los ECAs	32

Lista de acrónimos

AP: anterior-posterior

BF: biofeedback

ECA: ensayo clínico aleatorizado

EP: enfermedad de Parkinson

GB: ganglios basales

GPC: guía de práctica clínica

GPe: globo pálido externo

GPI: globo pálido interno

HY: Hoehn y Yahr

ML: medial-lateral

NST: núcleo subtalámico

RS: revisión sistemática

RV: realidad virtual

SN: sustancia negra

SNc: parte compacta de la sustancia negra

SNr: parte reticulada de la sustancia negra

1. Introducción

1.1. Enfermedad de Parkinson

La enfermedad de Parkinson (EP), conocida también como parkinson primario o parkinson idiopático, es un trastorno neurodegenerativo progresivo producido por la alteración de las neuronas dopaminérgicas de los ganglios basales (GB) (1,2).

Las primeras manifestaciones clínicas conocidas de la EP ya fueron mencionadas en la antigua medicina ayurvédica, al observar diferentes tipos de temblores y parálisis en la población. Consecutivamente, en Grecia, el médico Galeno también describió en sus compendios temblores y alteraciones de la marcha (1,3). No obstante, el término de EP se le atribuye al médico británico James Parkinson a la que definió como “Parálisis Agitante” en su obra “*An essay on the shacking palsy*” en el año 1817 (4). Jean-Martin Charcot, un neurólogo francés, siguió las investigaciones de Parkinson y determinó los principales síndromes parkinsonianos, actualmente denominados signos cardinales de la EP, éstos son: bradicinesia, temblor, rigidez e inestabilidad postural (1). Además, se desarrolló una distinción entre la EP y parkinsonismos secundarios o clínica parkinsoniana, debido a que éstos últimos presentaban una causa concreta y unas características clínicas distintas (1,3).

1.1.1. Fisiopatología

La fisiopatología de la EP incluye múltiples circuitos neuronales motores y no motores, su funcionamiento es muy complejo y difícil de determinar con exactitud. La característica principal de la EP es la disminución progresiva de dopamina que altera el equilibrio neuronal de los GB (4,5). El descenso de dopamina puede estar influido por la sobreexpresión de proteínas como la α -sinucleína y su mal plegamiento, produciendo cuerpos de Lewy que se van acumulando en múltiples sistemas (6,7).

Los GB son masas nucleares del interior del hemisferio cerebral involucradas en el control de la postura y el movimiento. Su función es proporcionar los movimientos solicitados en un contexto particular e inhibir los movimientos no deseados. Los GB están constituidos por el cuerpo estriado, formado por el núcleo caudado, el putamen y el globo pálido, dividido en globo pálido interno (GPi) y globo pálido externo (GPe), y el cuerpo amigdalino. Estos núcleos están estrechamente relacionados con la sustancia negra (SN) formada por la porción compacta (SNc) y la porción reticular (SNr) (8).

Los GB se hallan interconectados formando una red neuronal con el tálamo y la corteza cerebral, como consecuencia de ello, se crea un circuito motor que actúa mediante dos vías, facilitando el movimiento o inhibiéndolo (5). Al iniciarse un movimiento en la corteza cerebral, se envían impulsos excitatorios a través de la vía corticoestriatal hacia el cuerpo estriado. En este momento, la dopamina desempeña un papel clave mediante la unión a sus receptores D1 y D2. Por un lado, la unión al receptor D1 forma la vía directa que transmite señales inhibitorias hacia el GPi y la SNr. Esto provoca la desinhibición del tálamo y de la corteza motora provocando el movimiento. Por otro lado, la unión con D2, denominada vía indirecta envía información inhibitoria al GPe, desinhibiendo el núcleo subtalámico (NST) y el complejo GPi/SNr lo que conlleva la inhibición del tálamo y de la corteza motora. Al producirse un déficit de dopamina se produce un desequilibrio que conduce a una hipoactividad en la vía directa y una hiperactividad en la vía indirecta (5,8).

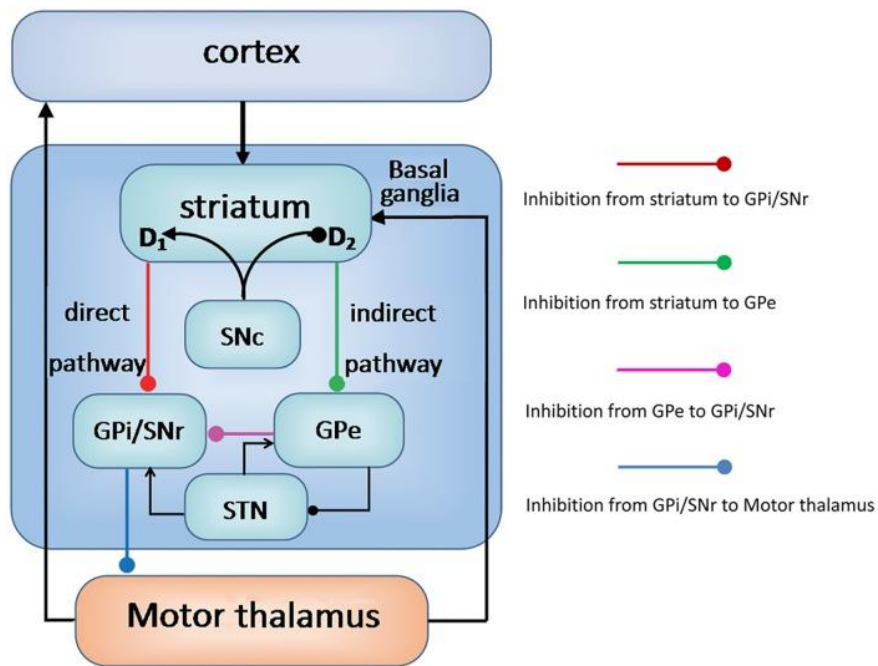


Figura 1: Circuito de la vía directa e indirecta de los ganglios basales (4)

1.1.2. Etiología

La etiología de la EP es desconocida y posiblemente se deba a una causa multifactorial. La sintomatología de la EP no se muestra evidente hasta una pérdida de dopamina de un 80% aproximadamente, esto significa que es posible que la neurodegeneración se inicie varios años antes de la presencia de los primeros síntomas, lo que dificulta la detección de las causas (6).

Actualmente, se sugiere que la EP es producida por factores ambientales y la presencia de alteraciones genéticas, que provocan la degeneración y muerte celular, como consecuencia del estrés oxidativo y la excitotoxicidad de las neuronas (4).

Los factores ambientales se asocian a la exposición a lo largo de la vida a tóxicos. En países industrializados se ha encontrado una alta prevalencia en aquellas personas expuestas a pesticidas y personal de industrias metaleras de cobre y plomo. En estudios de cohorte retrospectivos se ha observado un 8,1% de probabilidad de presentar la EP en personas expuestas a pesticidas y un 3,9% de probabilidad en aquellas personas expuestas al plomo y al cobre (7).

Por otro lado, cabe la hipótesis de que factores genéticos interaccionen con el ambiente desarrollando la patogénesis de la EP. Podrían desarrollarse especies reactivas de oxígeno a través del estrés celular, disfunción de las mitocondrias, plegamiento anormal de proteínas por estrés, inclusiones proteicas citoplasmáticas anormales, neuroinflamación, muerte celular y pérdida de factores tróficos (4,7).

A pesar de considerarse el factor ambiental y genético la principal causa de la EP, en investigaciones recientes se ha hallado la relación entre unas toxinas producidas por parásitos y el Parkinson u otras enfermedades neurológicas. Se ha observado una correlación entre la presencia de determinados microbios en la microflora intestinal y el aumento de los síntomas parkinsonianos en ratones (6) . Además, Minato et al. (9) relacionaron la presencia de la EP con el déficit de microflora intestinal, por lo que se sugiere que la disbiosis intestinal pueda intervenir como factor de riesgo de dicha enfermedad.

1.1.3. Epidemiología

La EP es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente después del Alzheimer. Se desarrolla principalmente entre los 55 y 65 años de edad y aumenta con el envejecimiento (7).

La prevalencia y la incidencia de la EP pueden variar según el sexo, la edad, la genética y los factores ambientales. Además, existen diferencias metodológicas entre los distintos estudios que dificultan la extracción de unos datos concretos, éstas son: la edad de la población estudiada, los criterios diagnósticos y los métodos de selección (10).

La incidencia en España ha sido poco estudiada, se determinan 8,2/100.000 casos al año, esta cifra aumenta a 168,6 casos entre la población de 65 y 85 años (10). La prevalencia mundial es muy variable, siendo mayor en Europa y EE.UU. frente a Asia, África y América del Sur (7,10). En Europa se estima una prevalencia de 108-207 casos por cada 100.000 habitantes, aumentando el número de casos con la edad y descendiendo a partir de los 80 años de edad. En España se observan datos de prevalencia muy variados, desde 105 a 1500 casos por cada 100.000 habitantes (10). Además, no existe una correlación entre el sexo y la prevalencia de la EP, debido a que los estudios han demostrado ser contradictorios (11).

En cuanto a la gravedad de la enfermedad, alrededor de un 55-60% de personas con EP se sitúan en los estadios I-III, un porcentaje menor en el estadio IV y en menor medida en el estadio V (10).

Finalmente, según los datos del instituto Nacional de Estadística (10) existe una tasa de mortalidad global de 2'4 casos por cada 100.000 personas y ésta es algo mayor en varones. Además, según la distribución geográfica se han observado más casos en las zonas rurales y en el norte de España sin una causa aparente.

1.1.4. Manifestaciones clínicas

Clínicamente, la EP se caracteriza por la presencia de trastornos del movimiento, especialmente de los signos cardinales, y de trastornos no asociados al movimiento. La sintomatología no motora puede aparecer antes de ser diagnosticada la EP, por lo que puede predecir la patología (12).

1.1.4.1. Manifestaciones motoras

1.1.4.1.1. Signos cardinales:

- **Bradicinesia:** se define como un enlentecimiento generalizado en el inicio y la ejecución de movimientos voluntarios, especialmente en movimientos repetitivos, disminuyendo la velocidad y la amplitud. Puede conllevar a una acinesia si se produce un empeoramiento. La bradicinesia se puede observar clínicamente a través de la hipomimia, la disminución o ausencia de balanceo de las extremidades superiores al caminar o la micrografía (4,12,13).
- **Temblor:** se caracteriza por la presencia de temblor en reposo con una frecuencia de oscilación de 4-6 Hz. Éste es de carácter progresivo y presenta un inicio asimétrico, normalmente afecta primero a la extremidad superior y posteriormente a la extremidad inferior. Si afecta a la mano se presenta el patrón de “contar monedas”. También puede comprometer la mandíbula y raramente la cabeza (12). En situaciones de estrés o en actividades que requieran una gran concentración suele empeorar. En cambio, durante el sueño desaparece (4,13).
- **Rigidez:** consiste en un aumento del tono muscular, se manifiesta a través de la resistencia involuntaria que ofrece un segmento corporal ante una movilización pasiva independientemente de la velocidad. La rigidez parkinsoniana recibe el nombre de rigidez en “tubo de plomo”, si se combina con el temblor, se denomina rigidez en “rueda dentada” (12,13).
- **Alteración de los reflejos posturales:** es uno de los signos cardinales más discapacitantes, predispone a caídas, golpes y pérdida de movilidad y autonomía, lo que conlleva una gran disminución de la calidad de vida. Esta alteración suele presentarse en estados avanzados de la enfermedad,

inicialmente se puede manifestar como la incapacidad de recobrar el equilibrio tras ser empujado, así como una propulsión o retropulsión durante la marcha (4,13).

1.1.4.1.2. Signos menores:

- **Bloqueos de la marcha o “freezing”:** se presenta como episodios breves de incapacidad para iniciar o mantener la marcha. Suele producirse al inicio de la marcha, en los giros o al encontrar obstáculos. Se suele presentar más comúnmente en estados avanzados de la EP (14). Afecta negativamente a la movilidad, siendo una causa importante de caídas (15).
- **Otros trastornos motores:** existen trastornos motores secundarios a los signos cardinales como la disminución del parpadeo, la postura en flexión, marcha de pasos cortos, etc. Además, se presentan trastornos del habla y trastornos en los movimientos oculares (4).

1.1.4.2. Clínica no motora

- **Trastornos neuropsiquiátricos y cognitivos:** presencia de depresión, ansiedad, apatía, alteración cognitiva y demencia, psicosis y trastornos del comportamiento del sueño REM (1,3,12).
- **Trastornos sensoriales:** el principal trastorno es la pérdida de olfato, un 70% de los pacientes con EP la presentan (13). Se asocia a la presencia de cuerpos de Lewy en el bulbo olfatorio. Otra alteración frecuente es la presencia de dolor, suele presentarse en el hombro, la causa puede ser primaria o secundaria a la falta de movimiento (12).
- **Alteraciones autonómicas:** el estreñimiento, la sudoración excesiva, la dermatitis seborreica, la hiperhidrosis, la hipotensión ortoestática, la disfunción sexual y los trastornos miccionales pueden presentarse en la EP (1,3,12).

1.1.5. Diagnóstico

El diagnóstico de la EP es puramente clínico y se basa en la presencia de los signos cardinales. Debido al tiempo que transcurre hasta la presencia de éstos, es importante tener en cuenta las manifestaciones clínicas que pueden aparecer en la etapa premotora para favorecer un diagnóstico precoz. En la mayoría de los casos se presenta depresión, trastornos del sueño, pérdida de olfato, dolor, estreñimiento, sudoración excesiva y dermatitis seborreica (12).

El diagnóstico más frecuentemente utilizado es el establecido según el *United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank* que se basa en 3 puntos determinantes (3,4,13):

1. La presencia de bradicinesia, ya que se correlaciona fuertemente con la deficiencia de dopamina, y al menos uno de estos signos: rigidez, temblor en reposo de 4-6 Hz e inestabilidad postural no relacionada con una disfunción primaria visual, vestibular, cerebelosa o propioceptiva.
2. Realizar un diagnóstico diferencial a través de los antecedentes del paciente y el examen neurológico. Una característica fundamental en el diagnóstico diferencial, es la de un inicio asimétrico, si un síndrome de parkinson afecta a los dos hemisferios por igual, descarta la EP casi por completo. Otro factor importante es la respuesta mantenida a la levodopa, si ésta es negativa hay que plantearse un diagnóstico distinto al de la EP. Finalmente, existen alteraciones que no se presentan al inicio de la EP como la disfagia, la disfunción eréctil, la hipotensión ortostática o los trastornos miccionales (12).
3. La presencia de al menos 3 de las siguientes características:
 - a. Inicio unilateral.
 - b. Asimetría mantenida generalmente en el lado de inicio.
 - c. Temblor en reposo.
 - d. Respuesta excelente a la levodopa (70%-100%).
 - e. Enfermedad progresiva.

- f. Discinesias inducidas por la levodopa.
- g. Respuesta a la levodopa durante 5 o más años.
- h. Presencia de la enfermedad durante 10 o más años.

1.1.6. Instrumentos de evaluación

Para evaluar la EP existe una gran variedad de escalas, la principal escala para medir la progresión de la enfermedad es la clasificación de Hoehn y Yahr (HY). Esta escala se divide en 6 estadios que evalúan los signos y los síntomas más importantes de la enfermedad en relación a la severidad de la discapacidad general (12). En el anexo I se explica la escala HY.

Por otro lado, como escala multidimensional, destaca la Escala Unificada de la enfermedad de Parkinson (UPDRS). Ésta ha sido ampliamente utilizada para medir las alteraciones mentales, la discapacidad, las alteraciones motoras y las complicaciones de la EP. Está dividida en 4 subescalas que valoran el estado mental, la conducta y el estado anímico (parte I), las actividades de la vida diaria (parte II), la exploración del sistema motor (parte III) y la complicaciones del tratamiento (parte IV) (12).

Debido a la multitud de escalas presentes, tras un consenso internacional se determinó la Escala Unificada de la enfermedad de Parkinson modificada por la MDS (MDS-UPDRS) y el Cuestionario de Calidad de Vida para la enfermedad de Parkinson (PDQ-39) como las escalas más idóneas para la aplicación clínica. La MDS-UPDRS consta de 4 partes como la versión original pero con variaciones en las subescalas, en ella se valora: las experiencias no motoras de la vida diaria (parte I), las experiencias motoras de la vida diaria (parte II), la exploración motora (parte III) y las complicaciones motoras (parte IV) (16,17). La PDQ-39 consiste en un cuestionario que incluye 39 ítems en 8 dimensiones: movilidad, actividades de la vida cotidiana, bienestar emocional, estigmatización, apoyo social, estado cognitivo, comunicación y dolor (12). En los Anexos II y III se muestran respectivamente las escalas MDS-UPDRS y PDQ-39.

1.1.7. Tratamiento

El tratamiento de la EP es muy variable y complejo de abordar (7). Hoy en día, todavía no se ha descubierto un tratamiento capaz de curar la EP, por lo que éste se basa en tratar la sintomatología (3). Un tratamiento óptimo debe ser precoz e integral, mediante un equipo multidisciplinario, y mantenerse a lo largo de la vida. Además, se debe incorporar en él a la familia y el entorno social (13).

El tratamiento debe ser individualizado buscando la autonomía y el retraso de la progresión de la enfermedad en el mayor tiempo posible (13). Es importante tener en cuenta la edad, los signos y síntomas, la fase de la EP, el tiempo de evolución, el grado de incapacidad funcional y el nivel de actividad física y situación laboral (1,3).

1.1.7.1. Tratamiento farmacológico:

El tratamiento farmacológico es muy amplio, ya que va dirigido tanto a las manifestaciones motoras como a las no motoras. Focalizando en la clínica motora, los principales fármacos utilizados son: la levodopa, los agonistas dopaminérgicos, los inhibidores de la MAO B, los agentes anticolinérgicos, la amantadina y los inhibidores de la COMT. La levodopa es el tratamiento por excelencia pero a largo plazo puede causar complicaciones asociadas. Actualmente, se han establecido diversas vías de administración que sustituyan a la vía oral, buscando una mayor efectividad, seguridad y menor coste, como la administración de gel de levodopa/carbidopa (LCIG) por vía enteral, la apomorfina por vía subcutánea y la rotigotina por vía transdérmica (1).

El LCIG se recomienda en estados avanzados de la EP, la rotigotina transdérmica puede utilizarse en la EP inicial o temprana cuando otros medicamentos no han sido efectivos y las inyecciones de apomorfina intermitentes en sintomatología no controlada a través de fármacos por vía oral. Todos estos fármacos presentan un grado de recomendación B de la Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN) (1).

1.1.7.2. Tratamiento no farmacológico:

El tratamiento no farmacológico de la EP está integrado por varias disciplinas, consta de fisioterapia, terapia ocupacional, logopedia, neuropsicología y nutrición y

dietética. La fisioterapia como tratamiento rehabilitador desde un inicio temprano es totalmente recomendable, esto es respaldado por un nivel de evidencia 1++ a corto plazo según los niveles de evidencia y grados de recomendación del SIGN. Su principal objetivo es aumentar la funcionalidad del paciente y para ello se basa en la reeducación de los siguientes aspectos: las transferencias, la postura, la funcionalidad de las extremidades, el equilibrio, la marcha, la capacidad física y la actividad (1).

El Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad recomienda en su guía de práctica clínica (GPC) los siguientes tratamientos fisioterapéuticos basándose en los grados de recomendación del SIGN (1):

- Grado de recomendación A: programas de ejercicios de fortalecimiento/estiramiento/funcionamiento, ejercicio aeróbico supervisado, cinta de correr de baja intensidad y ejercicios de resistencia progresiva
- Grado de recomendación B: tratamiento de fisioterapia durante todo el proceso de la enfermedad proporcionando especial atención a la reeducación de la marcha, el equilibrio y la flexibilidad, a la potenciación de la capacidad aeróbica, a la mejora de la iniciación del movimiento y de la independencia funcional, y a la educación sanitaria para la seguridad en el entorno domiciliario.
- Grado de recomendación C: Uso de la técnica Alexander para ayudar a ajustar el estilo de vida de los pacientes con EP.

Según la experiencia clínica y el consenso del equipo redactor de la GPC, el taichí, las danzas y bailes, y el uso de consolas de videojuego para realizar ejercicios físicos pueden valorarse según las características del paciente y del entorno. Estas técnicas aportan beneficios en el equilibrio y la estabilidad postural, facilitan las actividades de la vida diaria y favorecen la cognición (1).

El uso de estímulos sensoriales auditivos, táctiles o visuales, puede ser beneficioso en la EP, especialmente en el bloqueo de la marcha (15,18). La técnica de biofeedback (BF) ofrece la posibilidad de mejorar la precisión durante las tareas funcionales a través de estímulos sensoriales, incorporando al paciente de forma

más activa y reduciendo la necesidad de un contacto continuo con los profesionales sanitarios (19).

1.2. Técnica de biofeedback

El BF es una técnica terapéutica que proporciona información de un proceso biológico o una actividad fisiológica a un sujeto que por él mismo no es capaz de percibir conscientemente. Para ello, se utilizan instrumentos de gran precisión y velocidad que registran las respuestas o actividades fisiológicas. Esta información es procesada y retransmitida mediante la retroalimentación transformada, es decir, la información se transmite a través de señales visuales, auditivas, electrotáctiles o vibrotáctiles (20,21).

Las señales son percibidas por el sujeto que las emite al mismo tiempo que se producen, lo que ayuda a controlar o modificar la respuesta de interés (20,21). El objetivo principal es la reeducación de los patrones motores alterados a través de la plasticidad neuronal, gracias a la activación de las sinapsis no utilizadas o subutilizadas (21).

El BF puede usarse en ámbitos muy diversos, para proporcionar información sobre el equilibrio y la marcha espacial y temporal con gran precisión se utiliza el BF biomecánico. Se caracteriza por aportar información sobre la postura estática y dinámica a través de sensores inerciales y placas o plataformas de fuerza (19,22).

Los sensores inerciales permiten obtener la información cinemática tridimensional mediante pequeños sensores portátiles que son colocados sobre el cuerpo del sujeto. Éstos se pueden clasificar en 3 tipos: los acelerómetros que permiten medir las aceleraciones gravitacionales, los giroscopios a través de los cuales se obtiene información de la orientación espacial y los magnetómetros, gracias a los cuales se mide la dirección respecto al campo magnético de la Tierra (19,22). La efectividad de estos sensores ha sido analizada en personas sanas y pacientes con patologías neurológicas en la revisión sistemática (RS) de Gordt et al. (23), donde se muestra evidencia de los beneficios sobre el equilibrio estático a través del BF visual, auditivo y vibrotáctil.

En cuanto a la plataforma de fuerza o presión, se basa en un sistema formado por una placa que detecta la fuerza ejercida a través de la planta del pie del paciente

(19). Alhasan et al. (24) describen el uso de plataformas de fuerza en adultos mayores mediante BF visual y auditivo obteniendo resultados positivos respecto al equilibrio, pero no se llega a una conclusión determinada sobre su efectividad.

Por otro lado, Zong Hao Ma et al. (25) estudiaron la efectividad del BF en diferentes patologías neurológicas a través de sensores inerciales y plataformas de fuerza o presión. Se obtuvieron resultados beneficiosos en el equilibrio estático y dinámico y se sugiere su uso en el hogar y en las actividades de la vida diaria en un futuro.

Además, se observan algunos estudios que aplican el BF dentro del ámbito neurológico. Tamburella et al. (26) demostraron beneficios estadísticamente significativos en el equilibrio y la marcha en pacientes con lesión medular crónica incompleta a través del BF visual. Sienko et al. (27) valoraron el BF vibrotáctil en pacientes con alteración vestibular durante las actividades locomotoras, consiguiendo disminuir la alteración de la inclinación de tronco hacia medial-lateral (ML) durante dichas actividades. Druzicki et al. (28) detectaron beneficios en el entrenamiento de la marcha en pacientes post accidente cerebrovascular mediante el BF visual.

Por último, el avance de la tecnología ha hecho posible la aplicación del BF visual a través de la realidad virtual (RV), ésta simula un entorno real que permite al paciente integrarse físicamente dentro del mundo virtual proporcionando una mayor motivación (19).

2. Justificación

La EP es la segunda enfermedad neurológica más común que existe hoy en día (10). El papel de la fisioterapia es fundamental en estos pacientes, ya que permite aumentar la funcionalidad del paciente a través de la reeducación de las transferencias, la postura, la funcionalidad de las extremidades, el equilibrio, la marcha, la capacidad física y la actividad (1).

Las alteraciones del equilibrio y la marcha se asocian a una disminución de la movilidad, un aumento de la discapacidad y un descenso de la calidad de vida. Además, existe el riesgo de caídas (29), principalmente asociado al bloqueo de la marcha o “freezing” (30).

La fisioterapia ha demostrado ser beneficiosa en el tratamiento del equilibrio y de la marcha (31). Pero, a pesar de ello, entre las diversas técnicas fisioterapéuticas no existe un consenso (1,31).

Los nuevos avances en la tecnología permiten incorporar el BF como herramienta terapéutica, proporcionando una mayor atención y participación del paciente, lo que conlleva a un mayor reclutamiento motor y activación de las áreas cerebrales (19,33).

Actualmente, se han realizado dos RS sobre la efectividad del biofeedback en varias patologías neurológicas, en una de ellas, Baram et al. (34) evaluaron el BF visual y auditivo a través de la RV consiguiendo efectos positivos en el fenómeno del “freezing”. En la otra RS, Zong-Hao Ma et al. (25) estudiaron el BF visual, auditivo, electrotáctil y vibrotáctil pero no se estudió específicamente la EP, por lo que no se incluyeron suficientes estudios para obtener una conclusión sobre dicha patología.

Por lo tanto, en esta revisión se pretende estudiar la posibilidad de aplicar o refutar el BF como tratamiento de la marcha y el equilibrio en pacientes con EP.

3. Objetivos

General:

Conocer la efectividad de la técnica de BF en el tratamiento del equilibrio y la marcha en los pacientes con la EP.

Específicos:

- Identificar qué aspectos del equilibrio y la marcha se ven modificados mediante el tratamiento de BF en los pacientes con la EP.
- Comparar los efectos del BF visual, auditivo, electrotáctil y vibrotáctil en el tratamiento del equilibrio y la marcha en los pacientes con la EP.
- Evaluar en qué estadio o estadios de la progresión de la EP es más conveniente establecer el tratamiento de BF.
- Observar la adhesión de los pacientes con la EP al tratamiento de BF.
- Determinar el número de sesiones y tiempo de tratamiento de BF para la reeducación del equilibrio y la marcha en pacientes con EP.

4. Metodología

4.1. Pregunta de investigación

Para realizar la pregunta de investigación se ha seguido la estrategia PICO (35), obteniendo la siguiente pregunta: ¿Es efectivo el biofeedback para tratar el equilibrio y la marcha en los pacientes con la EP?

Tabla 1: Estructura del formato PICO

<i>Formato PICO</i>	
Pacientes	Pacientes con la EP
Intervención	Biofeedback
Comparación	Comparación con un grupo control u otro tipo de tratamiento
Resultados	Efectividad del biofeedback en el tratamiento del equilibrio y la marcha de los pacientes con la EP

4.2. Estrategia de búsqueda

Una vez obtenida la pregunta de investigación se elaboró la estrategia de búsqueda en diversas bases de datos desde enero hasta marzo de 2018. Las bases de datos seleccionadas fueron las siguientes: PubMed, ScienceDirect, PEDro, Scopus, La biblioteca de Cochrane Plus, Enfispo y LILACS.

Para llevar a cabo la búsqueda de forma específica y a la vez amplia, con la finalidad de no acotar demasiado la búsqueda y responder a la pregunta de investigación se elaboraron las palabras clave. En las distintas bases de datos se combinaron los términos MeSH “parkinson’s disease” y “biofeedback”, y las palabras claves “biofeedback”, “gait”, “balance” y “parkinson’s disease”. Además, se utilizaron los operadores booleanos AND y OR.

En la tabla se muestra la estrategia de búsqueda y el número de artículos seleccionados, algunos de los estudios seleccionados estaban repetidos por lo que luego fueron descartados.

Tabla 2: estrategia de búsqueda

Bases de datos	Búsqueda	Número de artículos	Artículos seleccionados
<i>PubMed</i>	"Parkinson Disease"[Mesh] AND "Biofeedback, Psychology"[Mesh] AND (Clinical Trial[ptyp] AND "humans"[MeSH Terms])	21	5
<i>ScienceDirect</i>	parkinson's disease AND biofeedback AND (gait OR balance) AND LIMIT-TO(topics, "parkinson disease,parkinson")	20	3
<i>PEDro</i>	(Parkinson's disease) AND biofeedback	2	2
<i>Scopus</i>	(Parkinson's disease) AND (biofeedback)	26	3
<i>La biblioteca de Cochrane</i>	(Parkinson's disease) AND (biofeedback)	0	-
<i>Enfispo</i>	(Parkinson's	0	-

	disease) AND (biofeedback)		
<i>LILACS</i>	(Parkinson's disease) AND (biofeedback)	46	6

4.3. Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios analizados en esta RS debían cumplir unos criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

1. Pacientes con diagnóstico de EP.
2. Tratamiento mediante biofeedback.
3. Evaluación del equilibrio y/o de la marcha.
4. Ensayo clínico aleatorizado (ECA): comparación con un grupo control u otro tratamiento.

Como criterio de exclusión, se estableció que todos los estudios con una calidad metodológica baja no fueran analizados en la revisión. Éstos debían ser excluidos si presentaban una puntuación menor de 6/11 en las escala CASPe y/o un alto riesgo de sesgo.

4.4. Resultados de la estrategia de búsqueda

Se obtuvieron 115 estudios en las bases de datos en las que se realizó la estrategia de búsqueda, a partir de estos resultados se excluyeron algunos estudios a partir del título y el resumen, y otros mediante la lectura completa del estudio. Los estudios excluidos no cumplían los criterios de inclusión, éstos no utilizaban el BF como técnica o no la utilizaban para tratar el equilibrio y/o la marcha y otros estudios no estudiaban la EP, que es la población de interés de esta revisión. Además, se excluyeron los artículos que estaban repetidos y aquellos que no eran ECAs.

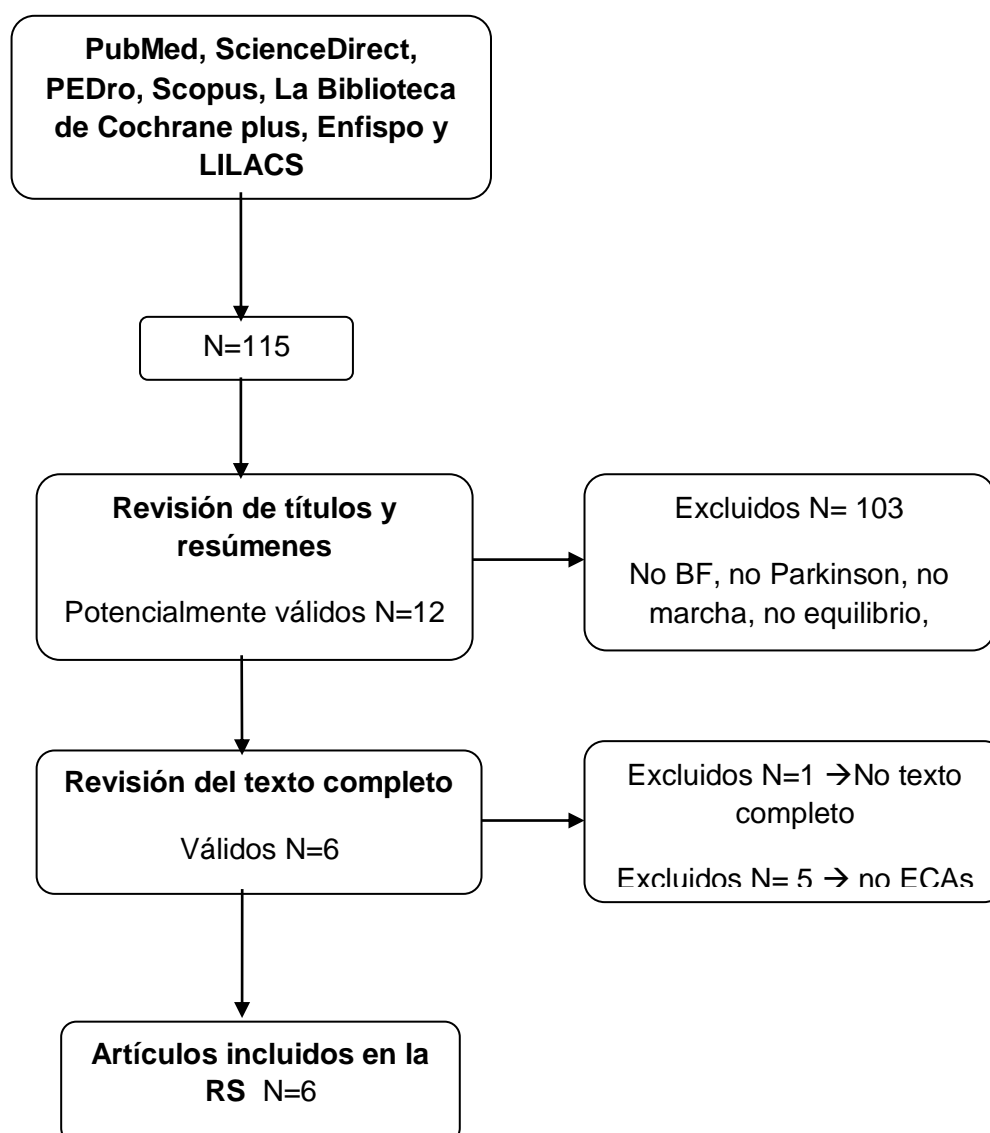


Figura 2: Diagrama de flujo de los resultados de la búsqueda.

4.5. Evaluación de la calidad metodológica

Para la evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos en la RS, se utilizó el cuestionario CASPe (Critical Appraisal Skills Programme Español) (36). Del mismo modo, se utilizó la escala CEBM (Center for Evidence-Based Medicine) (37) para determinar la evidencia científica y el grado de recomendación. En anexos IV se detalla el análisis completo del cuestionario CASPe y en anexos V se explica la escala CEBM.

Tabla 3: calidad metodológica: escala CASPe.

<i>Estudios</i>	<i>Calidad metodológica escala CASPe</i>
Carpinella et al. (2017)	7/11
Byl et al. (2015)	8/11
Van den Heuvel et al. (2014)	8/11
Frazzita et al. (2015)	7/11
Nanhoe-Mahabier et al. (2012)	7/11
Ginis et al. (2015)	8/11

Tabla 4: nivel de evidencia y grado de recomendación: escala CEBM.





































<i>Estudios</i>	<i>Nivel de evidencia</i>	<i>Grado de recomendación</i>
Carpinella et al. (2017)	1b	A
Byl et al. (2015)	1b	A
Van den Heuvel et al. (2014)	1b	A
Frazzita et al. (2015)	1b	A
Nanhoe-Mahabier et al. (2012)	2b	B
Ginis et al. (2015)	2b	B




4.6. Evaluación del riesgo de sesgo en los artículos incluidos

Para determinar el riesgo de sesgo se utilizó la herramienta de colaboración de Cochrane (35). Ésta consiste en la elaboración de 6 ítems que indican el sesgo de selección, el sesgo de realización, el sesgo de detección, el sesgo de desgaste y el sesgo de descripción selectiva de los resultados. Cada uno de estos ítems puede valorarse como bajo riesgo de sesgo, riesgo de sesgo poco claro y alto riesgo de sesgo. En esta RS se ha establecido considerar de 1 a 3 ítems con alto riesgo de sesgo como ECA de sesgo moderado y más de 3 ítems como ECA de alto riesgo de sesgo.

En la tabla se observa como en general todos los estudios tuvieron un bajo riesgo de sesgo a excepción de 2 estudios en los que éste fue moderado.

Tabla 5: Riesgo de sesgo de los artículos incluidos en la RS.

Estudios	<i>Generación de la secuencia de aleatorización (sesgo de selección)</i>	<i>Ocultamiento de la secuencia de aleatorización (sesgo de selección)</i>	<i>Enmascaramiento de investigadores, personal implicado en el estudio o participantes en el estudio (sesgo de realización)</i>	<i>Enmascaramiento de la evaluación o medida de los resultados (sesgo de detección)</i>	<i>Datos de resultados incompletos (sesgo de desgaste)</i>	<i>Descripción selectiva de los resultados (sesgo de descripción selectiva de los resultados)</i>
Carpinella et al.						
Byl et al.						
Van den Heuvel et al.						
Frazzita et al.						
Nanhoe-Mahabier et al.						
Ginis et al.						

 Bajo riesgo de sesgo  Riesgo de sesgo poco claro  Alto riesgo de sesgo

5. Resultados

Una vez seleccionados los estudios de interés, se analizaron las características de la muestra, la intervención, las variables y herramientas de evaluación y la efectividad del tratamiento.

5.1. Características de la muestra

La muestra total de los 6 estudios incluidos en la RS fue de 208 participantes. El tamaño muestral varió entre los distintos estudios, con un mínimo de 12 sujetos hasta un máximo de 60 sujetos. Por otro lado, la edad de los participantes fue muy similar en todos los estudios, ésta oscilaba entre 50 y 90 años, pero la mayoría de los participantes tenían entre 65 y 70 años. Solamente, en uno de los estudios no se especificó la edad de los sujetos.

En cuanto a la progresión y severidad de la enfermedad, se utilizó la escala de HY. La mayor parte de los participantes se encontraban en el estadio II o III, y ninguno en el estadio V.

Por último, todos los pacientes eran capaces de andar sin ayuda, no presentaban alteraciones visuales y/o auditivas que influyeran en la percepción del BF y presentaban una situación clínica estable, sin modificaciones de la medicación parkinsoniana.

5.2. Intervención

El tratamiento de la intervención del grupo experimental se basó en el uso del BF con el fin de tratar el equilibrio y la marcha. El tipo de BF que más se utilizó fue el visual, en segundo lugar el auditivo, y el vibrotáctil sólo se contempló en un estudio.

Por otro lado, el tratamiento del grupo control fue muy similar al grupo experimental en todos los ECAs, pero sin el uso del BF como parte del tratamiento del equilibrio y la marcha.

El tratamiento se realizó con una frecuencia mínima de 1 vez a la semana y máxima de hasta 6 veces. Las intervenciones se realizaron durante 4-8 semanas,

excepto en un estudio que ésta fue de un día y no se determinó el tiempo de la sesión.

5.3. Variables y herramientas de evaluación

Las principales variables estudiadas fueron el equilibrio y la marcha. Para ello, se utilizaron diversas herramientas, las más utilizadas se explican a continuación:

Berg Balance Scale (BBS): es una prueba subjetiva que valora el equilibrio durante la realización de 14 actividades de la vida diaria (25) .

La prueba *Timed Up and Go* (TUG): valora el equilibrio y la marcha, su puntuación es del 1 al 5 y se basa en la percepción del investigador. Los sujetos deben levantarse de una silla, caminar 3 m, darse la vuelta, caminar hacia la silla y volver a sentarse (25).

Cuestionario de congelación de la marcha (FOGQ): valora la congelación de la marcha. Está formado por 6 ítems (38).

El índice dinámico de la marcha: esta prueba valora el equilibrio y la marcha, así como también el riesgo de caídas debido a la congelación de la misma.

La prueba de *Walking Test*, para valorar la marcha, se realizó de 3 formas (38–40):

- Caminata de 2 minutos (2MWT)
- Caminata de 6 minutos (6MWT)
- Caminata de 10 metros (10MWT)

En menor medida se utilizaron las herramientas que se citan a continuación: el test de Tinetti, el centro de presión antero-posterior (CoP AP) y el centro de presión medial-lateral (CoP ML), la *Activity Scale for the Elderly* (PASE) la *Activities Specific Balance Confidence Scale* (ABC), el MiniBESTest, el *Four Square Step Test* (FSST), la *Falls Efficacy Scale-International* (FES-I), la prueba *Five Times Sit to Stand* (FTSTS) y el *functional reach test* (FRT). Además, en un estudio no se utilizaron escalas ni tests específicos, sino el uso de los sensores como herramienta evaluativa (38–43).

5.4. Efectividad de las intervenciones

La efectividad de las intervenciones fue valorada como positiva en aquellos estudios en los que había una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

En el ECA de Carpinella et al. (38) los resultados fueron significativos en la BBS y el CoP ML después de la intervención, únicamente la BBS se mantuvo positiva durante el seguimiento post-intervención. Nanhoe-Mahabier et al. (43) encontraron diferencias significativas para los grados de oscilación del tronco y la velocidad de oscilación del mismo. Ginis et al. (39) consideraron su estudio efectivo en la prueba 2MWT. En el estudio de Byl et al. (42) la BBS, el TUG y la FSTS mejoraron significativamente en el grupo experimental. Por último, en el estudio de Frazzita et al. (40) y Van den Heuvel et al. (41) no se encontraron resultados significativos en ninguna variable estudiada. De hecho Frazzita et al. obtuvieron resultados significativos en la prueba de 6MWT de la marcha en el grupo de comparación.

Tabla 6: resultados de los ECAs

Artículo	Características de la muestra	Intervención	Variables y herramientas de evaluación	Resultados
Wearable Sensor-Based Biofeedback Training for Balance and Gait in Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial <i>Carpinella I, et al. (2017)</i> ECA	N: 42 (14♀ y 23♂) Edad: 65-84 años. Criterios de inclusión: HY estadio II-IV, >10 segundos de pie, incapacidad mantenerse unipodal >10 “, habilidad para andar al menos 6 m, medicación estable y firma del consentimiento informado. Criterios exclusión: Implantación de un estimulador cerebral profundo y MMSE <24.	Frecuencia: 20 sesiones de 45', 3 veces por semana. Grupo experimental N=22: 5' entreno del sistema de sensores Gamepad y 40' ejercicios de equilibrio y marcha mediante BF visual y auditivo con Gamepad. Grupo control N=20: 5' estiramientos y movilizaciones y 40' ejercicios de equilibrio y marcha.	Variables primarias: Equilibrio: BBS Marcha: 10MWT (m/s) Variables secundarias: Severidad de la EP: UPDRS-III Equilibrio dinámico: TUG Equilibrio actividades específicas: ABC Congelamiento de la marcha: FOGQ Calidad de vida: PDQ-39 Centro presión: CoP AP y ML	Diferencias estadísticamente significativas en: -Post-intervención: BBS p= 0.047 CoP ML p= 0.003 -Después de 1 mes: BBS p= 0.018
The effects of vibrotactile biofeedback training on trunk sway in Parkinson's disease patients <i>Nanhoe-Mahabier W, et al. (2012)</i> ECA	N: 20 (4♀ y 16♂) Edad: 58.6-59.3 años Criterios de inclusión: diagnóstico de EP, valoración en estado ON de dopamina y consentimiento informado Criterios de exclusión: alteración del equilibrio por causa ajena a la EP, incapacidad de marcha sin soportes de ayuda, alteraciones cognitivas o psiquiátricas y comorbilidad severa.	Frecuencia: la intervención se realizó en un mismo día, no se especifica la duración de ésta. Grupo experimental N=10: entrenamiento de tareas de equilibrio y marcha mediante sensores inerciales que proporcionan BF vibrotáctil. Grupo control N=10: mismo tratamiento que el grupo experimental sin BF.	Equilibrio y marcha: Grados del ángulo de oscilación AP: sensores inerciales. Velocidad angular de oscilación AP: sensores inerciales. Grados del ángulo de oscilación ML: sensores inerciales. Velocidad angular de oscilación ML: sensores inerciales.	Diferencias estadísticamente significativas en: Ángulo de oscilación AP p< 0.001. Velocidad angular de oscilación AP p=0.005. Velocidad angular de oscilación ML p < 0.001.

Feasibility and effects of home-based smartphone-delivered automated feedback training for gait in people with Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial <i>Ginis P, et al. (2015)</i> <i>ECA</i>	N: 40 (sexo no especificado) Edad: no especificada Criterios de inclusión: capacidad de realizar la marcha durante 10 m de forma seguida, > o igual 24 MoCA, HY estadio II-III, valoración en estado ON de dopamina y medicación estable, y consentimiento informado. Criterios de exclusión: condiciones médicas severas no parkinsonianas que afecten a la marcha, alteraciones visuales o auditivas que repercutan en la intervención y modificación de la medicación durante el estudio.	Frecuencia: 30', 3 veces por semana, durante 6 semanas. Grupo experimental N=22: BF auditivo para el reentrenamiento de la marcha. Grupo control N=18: mismo entrenamiento sin BF.	Marcha: velocidad de la marcha (m/s), longitud de zancada, cadencia y velocidad. Equilibrio: MiniBESTest, FSST y FES-1 Capacidad física de la marcha: 2MWT y PASE Severidad de la enfermedad: UPDRS-III Congelación de la marcha: FOGQ Cognición: CTT-A, CTT-B, VF sentado y VF de la marcha. Calidad de vida: SF-36	Resultados estadísticamente significativos en: 2MWT $p<0.005$ MiniBESTest $p=0.04$ SF-36 en la puntuación de salud física $p<0.05$
Clinical impact of gait training enhanced with visual kinematic biofeedback: Patients with Parkinson's disease and patients stable post-stroke <i>Byl, et al. (2015)</i> <i>ECA</i>	N: 12 (4♀ y 8♂) Edad: 68.5-70 años Criterios de inclusión: 1 año o más de diagnóstico de EP con alteraciones de la marcha, capacidad de autocuidado, capacidad de comunicarse en inglés, capacidad de seguir instrucciones, interés en mejorar la movilidad, capacidad de levantarse de una silla y caminar sin ayuda 100 m, consentimiento informado, MMSE > o igual 24, Escala	Frecuencia: 12 sesiones de 90', durante 6-8 semanas. Grupo experimental N=7: BF visual durante 30' de tareas de equilibrio y marcha. Grupo control N=5: ejercicios similares a los del grupo experimental pero sin recibir el BF visual. El resto del tiempo se dedicó a realizar movilizaciones, trabajo de potenciación muscular y	Marcha: velocidad de la marcha (m/s), longitud de paso, Tinetti, 6' de pie, marcha dinámica Equilibrio: FTSTS, TUG, BBS	Resultados significativos en: Índice de la marcha dinámica $p<0.05$ FTSTS $p<0.05$ TUG $p<0.05$ BBS $p<0.05$

	de Depresión de Beck <12, Escala de Independencia Funcional Café 40 > o igual 50%, HY estadios I y III.	estiramientos.		
Crossover versus Stabilometric Platform for the Treatment of Balance Dysfunction in Parkinson's Disease: A Randomized Study <i>Frazzitta G, et al. (2015)</i> <i>ECA</i>	N: 60 (30♀ y 30♂) Edad: 65-66 años Criterios de inclusión: diagnóstico de EP de acuerdo a los criterios de Gelb et al., HY estadio III, capacidad andar sin ayuda y MMSE >25. Criterios de exclusión: presencia de discinesias, presencia de otra enfermedad neurológica, disfunciones visuales o auditivas que perjudiquen la marcha y el equilibrio, hipotensión postural y enfermedades severas ortopédicas y/o reumatológicas.	Frecuencia: de 1 a 6 días a la semana durante 4 semanas. Grupo experimental N=30: entrenamiento del centro de gravedad mediante una plataforma estabilométrica. 20' de ejercicios cardiovasculares, estiramientos y movilizaciones pasivas de las extremidades + 15' de entreno en la plataforma con BF visual. Grupo control N=30: ejercicios cardiovasculares mediante crossover. 20' de ejercicios cardiovasculares, estiramientos y movilizaciones pasivas de las extremidades + 15' de entreno de bicicleta crossover	Equilibrio: BBS y TUG Severidad de la enfermedad: UPDRS Marcha: 6MWT	Diferencias estadísticamente significativas en: 6MWT p=0.0337 (en el grupo control)
Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot randomized clinical trial <i>Van den Heuvel M, et al.</i>	N: 33 (13♀ y 20♂) Edad: 66-68 años Criterios de inclusión: diagnóstico EP según los criterios del <i>United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank</i> , HY II-III, consentimiento	Frecuencia: 2 sesiones a la semana de 60' de sesión durante 5 semanas. Grupo experimental N=17: 5' de calentamiento, 45' de estaciones con 6 ejercicios de equilibrio dinámicos interactivos con BF visual a través de	Variables primarias: Equilibrio estático: FRT Variables secundarias: Equilibrio y marcha: BBS, prueba sobre una pierna y 10MWT Estado de salud y nivel de actividad	No se obtienen resultados significativos: p>0.05

(2014)	informado escrito y verbal.	la RV, y 10' de relajación	y participación: estadio HY, UPDRS	
ECA	Criterios de exclusión: presencia de otros trastornos neurológicos, ortopédicos o cardiopulmonares que afectaran la participación, MMSE <24, cambio reciente medicación dopaminérgica y problemas cognitivos, visuales y/o del lenguaje que impidan la participación.	Grupo control N=16: 5' de calentamiento, 45' de estaciones con ejercicio de equilibrio recomendados por las directrices holandesas de fisioterapia en EP, y 10' de relajación.	(I,II,III y IV), FES, PDQ-39, HADS y MFI	

Abreviaturas de las escalas: **CTT-A:** Color trail Test A. **CTT-B:** Color trail Test B. **FES:** falls efficacy scale. **HADS:** hospital anxiety and depression scale. **MFI:** multidimensional fatigue inventory. **MoCA:** evaluación cognitiva de Montreal. **MMSE:** mini-mental state examination. **VF al sentarse:** fluidez verbal al sentarse. **VF al andar:** fluidez verbal al andar.

6. Discusión

El objetivo de esta revisión fue determinar la efectividad del BF en el tratamiento del equilibrio y la marcha en pacientes con la EP. Los 6 artículos incluidos presentaron una buena calidad metodológica, todos ellos eran ECAs, su puntuación en la escala CASPe fue de 7/11 en 3 de los estudios y de 8/11 en los otros 3, a nivel general presentaron un bajo riesgo de sesgo y se clasificaron en la escala CEBM con un nivel de evidencia 1b o 2b.

Todos los ECAs incluidos han valorado el equilibrio y la marcha, pero estos estudios presentan numerosas diferencias que deben ser analizadas con detalle.

En primer lugar, el tipo de BF utilizado para aportar la información al paciente difiere entre los estudios. Carpinella et al. (38) utilizaron la combinación del BF visual y auditivo, mediante una pantalla con un avatar y una señal acústica que se reproducía cuando el centro de gravedad sobresalía de la base de sustentación. El BF visual fue el más presente entre los ECAs, su uso se observa en los estudios de Byl et al. (42), Van den Heuvel et al. (41) y Frazzita et al. (40). De estos 4 estudios, 2 obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Byl et al. basaron su intervención en tratar el equilibrio y la marcha, consiguiendo un mayor control del equilibrio y un descenso de la congelación de la marcha y consecuentemente un menor riesgo de caídas. En cambio, Carpinella et al. solo lograron resultados significativos en el equilibrio y en el CoP ML, a pesar de haber tratado tanto el equilibrio como la marcha. Así pues, el resto de estudios no obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Frazzita et al. únicamente trabajaron el equilibrio y no consiguieron beneficios ni en el equilibrio ni en la marcha. Lo mismo ocurrió con Van den Heuvel et al., que a pesar de realizar ejercicios de equilibrio dinámicos y de doble tarea no obtuvieron resultados significativos en ninguna de las dos variables.

En cuanto al BF auditivo, Ginis et al. (39) utilizaron auriculares conectados a un teléfono móvil que se facilitó a todos los participantes para su uso en el hogar. Éste se basó únicamente en el tratamiento de la marcha y los resultados fueron significativos tanto para el equilibrio como para la capacidad física de la marcha. Si este estudio se compara con el de Carpinella et al. (38) se observan diferencias entre los dos BF auditivos. Carpinella et al. utilizan una alarma acústica correctiva,

en cambio en el estudio de Ginis et al, se producen comentarios positivos y correctivos para realizar la marcha y evitar la congelación de ésta. Por lo que tal vez si Carpinella et al. sumaran a su estudio este tipo de comentarios, sería una ayuda más para los pacientes, ya que simularía las correcciones que puede ofrecer un fisioterapeuta. Teniendo en cuenta los resultados de Ginis et al. y su facilidad para el uso en el hogar, así como por la gran independencia que genera, se deberían desarrollar más ECAs para demostrar su efectividad pudiendo llegar a ser una herramienta más de la vida cotidiana de estos pacientes en el futuro (25).

Por otro lado, Nanhoe-Mahabier et al. (43), usaron el BF vibrotáctil mediante una diadema colocada alrededor de la cabeza que producía una vibración para corregir el desplazamiento del tronco AP o ML. La información vibrotáctil transmitida alrededor de la cabeza presenta la ventaja de la presencia de los nervios craneofaciales que permiten recibir la información más fácilmente y además, éstos se encuentran cerca de los centros corticales involucrados en el control del equilibrio. Mediante este sistema, tras un entrenamiento del equilibrio y la marcha, se consiguió mejorar el control de ambas variables, gracias a un mejor ángulo de oscilación del tronco así como a una mayor velocidad de reacción.

Analizando los resultados de los diferentes estudios, todos los tipos de BF han obtenido resultados significativos, por lo que no se puede llegar a determinar qué BF es más efectivo. El BF visual ha sido el único que no ha presentado resultados efectivos en todos sus estudios, pero también ha sido más estudiado que el resto de BF. Los dos estudios no significativos tienen una característica común, ya que en ambos solamente se trata el equilibrio. Sin embargo, en el resto de los estudios se entrena la marcha y el equilibrio o exclusivamente la marcha como ocurre con el caso de Ginis et al. Lo que sugiere que el tratamiento de la marcha presenta resultados significativos en ambas variables. Por lo tanto, sería necesario seguir esta línea de investigación para determinar qué papel desempeña el entrenamiento de la marcha en la EP (38–43).

Otro punto que hay que contemplar para determinar el tipo de BF a utilizar, son las deficiencias sensoriales de los pacientes. Por lo que se deberá adaptar el BF a la situación que presente cada paciente a nivel visual, auditivo o táctil. Además, también se debe tener en cuenta la actividad que se quiera realizar durante el

tratamiento. Esto ocurre en el estudio de Nanhoe-Mahabier et al. (43), en el que se llevaron a cabo ejercicios con los ojos cerrados que no hubieran sido posibles con el BF visual.

En cuanto a los sensores de recogida de la información, 3 estudios utilizaron sensores inerciales, 1 estudio utilizó una plataforma de fuerza y 2 estudios la combinación de los sensores inerciales y la plataforma de fuerza o sensores de fuerza. En un RS de Ma CZH et al. (25) del año 2018, al estudiar el tipo de sensor utilizado entre diferentes estudios, determinaron el uso de sensores inerciales para tratar el equilibrio estático y los sensores de fuerza plantar para el equilibrio dinámico o la marcha. A pesar de ello, la mayoría de estos estudios estudiaban el equilibrio estático por lo que se requería desarrollar otros estudios en los que se entrenara el equilibrio dinámico con ejercicios orientados a la vida diaria para sacar conclusiones determinadas. Así pues, en la presente RS todos los estudios incorporan actividades dinámicas del día a día, excepto Frazzita et al. (40) y a diferencia de Ma CZH et al., estos estudios utilizan principalmente sensores inerciales o su combinación con sensores de fuerza.

Por otro lado, la importancia de los sensores inerciales también recae en el lugar donde se coloquen. A pesar de que no existe un consenso sobre su aplicación (44), en la presente RS se ha determinado que para observar el balanceo del tronco sobre el centro de presión se deben colocar los sensores a nivel lumbar y a nivel torácico. En cambio, para proporcionar una mayor información corporal, especialmente en la marcha, éstos deben ser colocados en las extremidades inferiores además del tronco. Asimismo, el uso de plataformas de fuerza o sensores de fuerza en la planta del pie aporta una mayor información sobre la asimetría del peso ejercido en ambos lados, la estabilidad postural o las fases de la marcha (38–43).

Evaluando las diferentes escalas y cuestionarios utilizados en los estudios como herramientas de evaluación, se observa que la mayoría fueron validadas y recomendadas para la EP. En una RS del año 2016 se establecieron como recomendadas las siguientes escalas: la BBS y la FRT para el equilibrio, la escala de Tinetti, el Mini-BESTest y el TUG para el equilibrio y la marcha, y el índice dinámico de la marcha, la prueba 6MWT y 10MWT para la marcha. También se

consideró válida la prueba FOG para la congelación de la marcha. Además, se incluyeron los cuestionarios FOGQ, ABC, FES y SAFME-m (45). En los estudios de Frazzita et al. (40), Van den Heuvel et al. (41), Carpinella et al. (38), Ginis et al. (39) y Byl et al. se utilizaron algunas de estas escalas. Sin embargo, Ginis et al. también utilizaron la escala 2MWT para valorar la marcha y Byl et al. la escala FTSTS para valorar el equilibrio, ambas escalas no se encuentran dentro de esta lista por lo que se puede poner en duda la fiabilidad de estas herramientas. No obstante, ante la variabilidad de escalas recomendadas en la EP, Bloem et al. (45) sugieren la necesidad de crear una escala específica para esta patología que evalúe el equilibrio y la marcha con una mayor precisión.

Dejando a un lado las escalas o test evaluativos, Nanhoe-Mahabier et al. (43) utilizaron el uso de los sensores inerciales como medida evaluativa. Esto también ocurrió en el estudio de Carpinella et al. (38) ya que usaron sensores para evaluar el desplazamiento del CoP AP y ML. El uso de sensores ha sido estudiado como una posible herramienta de evaluación específica en la EP. En la RS de Hubble et al. (44), del año 2015, los sensores demostraron ser una alternativa a sistemas de análisis de movimiento tridimensional más costosos de uso en laboratorios biomecánicos y mostraron ser precisos y efectivos para detectar los cambios en el equilibrio y la estabilidad durante la marcha en las personas con la EP. A pesar de ello, todavía queda por determinar su validez interna y externa.

Todas estas evaluaciones, así como la intervención se llevaron a cabo en el estado ON parkinsoniano, es decir, cuando los efectos de la medicación antiparkinsoniana estaban presentes y las manifestaciones clínicas de la EP se vieron reducidas, facilitando la aplicabilidad de la fisioterapia (38–43). De todos modos, el uso de sensores se ha visto efectivo como herramienta evaluativa con y sin medicación (44).

Otra diferencia importante entre los estudios es el tiempo de la intervención, éste fue de 4 semanas en el estudio de Frazzita et al. (40), 5 semanas en el de van den Heuvel et al. (41), 6 en el de Ginis et al. (39), 7 semanas en el de Carpinella et al. (38) y de 6-8 en el de Byl et al. (42) En el caso de Nanhoe-Mahabier et al. (43), el estudio se realizó en un mismo día sin determinar el tiempo de intervención. Observando los resultados, éstos fueron significativos cuando se realizaron durante

6, 7 y 8 semanas. Asimismo, la frecuencia de entrenamiento fue distinta entre los estudios. En aquellos estudios con resultados significativos ésta fue de 3 veces por semana, excepto en el de Nanhoe-Mahabier et al. En cambio, en aquellos que no fueron estadísticamente significativos la frecuencia de entrenamiento fue de 2 días a la semana en el estudio de Van den Heuvel et al. y de 1 a 6 días a la semana en el de Frazzita et al.

Finalmente, observando el tiempo de entrenamiento del BF de cada sesión, los estudios con resultados positivos realizaron intervenciones de 6 a 8 semanas, con una frecuencia de 3 veces a la semana y durante 30 y 45 minutos. En cambio, Frazzita et al. (40) realizaron una intervención de 4 semanas, con una frecuencia de 1 a 6 días a la semana, durante 15 minutos. Van den Heuvel et al. (41) realizaron una intervención de 5 semanas, durante 45 minutos y 2 veces a la semana. Se puede extraer la conclusión de que en el caso de Frazzita la duración del estudio, la frecuencia y el tiempo de la sesión no han sido adecuados para obtener unos buenos resultados. Y en el caso de Van den Heuvel la duración del estudio y la frecuencia han sido insuficientes para generar unos resultados significativos.

Una vez determinadas las principales diferencias entre los ECAs y enfocando esta RS a la efectividad del BF, se observó que en todos los estudios se obtuvieron mejoras con el tratamiento del BF, aunque no todos llegaron a tener valores estadísticamente significativos en el grupo experimental respecto al grupo control. Frazzita et al. (40) y Van den Heuvel et al. (41) no obtuvieron resultados estadísticamente significativos en el BF. Además, Frazzita et al. encontraron resultados estadísticamente significativos en el grupo control a favor del aumento de la capacidad física. Esto puede deberse a que en el grupo control se realizó un trabajo indicado para mejorar la función cardiorrespiratoria. En cambio, en el grupo experimental no se trabajó la capacidad física sino el equilibrio. Valorando la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de estos dos estudios, se puede determinar que presentan una buena calidad metodológica y un bajo riesgo de sesgo.

Analizando aquellos estudios con un mayor riesgo de sesgo, Ginis et al. (39) presenta riesgo de sesgo de selección y de detección, pero a pesar de ello tiene una buena calidad metodológica. Otro estudio con riesgo de sesgo es el de Nanhoe-Mahabier et al. (43) siendo éste un sesgo de realización. Además, este estudio ha

sido aplicado en pacientes con un buen nivel de equilibrio que se encontraban en la fase I-II de HY. Por lo que sería necesario que se demostrara su aplicación en etapas más avanzadas de HY.

La aplicación del BF ha sido posible en todas las etapas de progresión de la enfermedad de HY a excepción de la fase V, debido a la gran dependencia que ésta genera. En la mayoría de estudios se han incluido las fases I-III, ya que la mayoría de la población parkinsoniana se encuentra dentro de estas fases. Por otro lado, el estudio con más fiabilidad en las fases de HY es el de Carpinella et al. (38) ya que incluye las fases II, III y IV y realiza un seguimiento post-intervención. Frazzita et al. (40) únicamente aplica el BF en pacientes que se encuentran en la fase III, esto también puede provocar que los resultados no hayan sido favorables, ya que tal vez en otra etapa podría tener un mayor efecto. En cuanto al estudio de Van den Heuvel et al. (41) no se puede atribuir que las fases incluidas intervengan en los resultados obtenidos ya que éstas han sido II-III, igual que en el estudio de Ginis et al. (39) que ha obtenido resultados positivos.

Finalmente un aspecto muy importante para que el BF se pueda aplicar como tratamiento en un futuro, es la adherencia de los pacientes a éste. En líneas generales ésta ha sido muy buena en todos los estudios y se ha caracterizado por aportar una mayor motivación a los pacientes. Esto se ha visto especialmente en el estudio de Ginis et al. (39) ya que su fácil uso en el hogar a través de un teléfono móvil ha sido muy satisfactorio para los pacientes. Lo mismo ha ocurrido en el estudio de Carpinella et al. (38) en el que los pacientes rellenaron un cuestionario sobre satisfacción y los resultados fueron muy positivos. Por lo que el BF parece ser una técnica agradable y motivadora entre los pacientes, pero en la que no se puede establecer una correlación directa entre la adherencia y los resultados obtenidos respecto a su efectividad.

7. Limitaciones

Durante la elaboración de esta RS se han detectado algunas limitaciones que pueden influir en la validez y fiabilidad de los resultados.

En primer lugar, los estudios no son homogéneos, en ellos se realizan distintas intervenciones, con una frecuencia y duración variada, y con diferentes herramientas de evaluación. Por otro lado, el tamaño de la muestra es bajo en la mayoría de los estudios y a excepción de un estudio, no se realiza un seguimiento para valorar el efecto del BF.

A todo ello es necesario añadir que el número de artículos incluidos en la RS es bastante pequeño para poder sacar una conclusión determinada. Además, no se pudo acceder a un estudio debido a que todavía no estaba disponible el texto completo.

Finalmente, mencionar que esta RS ha sido realizada por un único evaluador por lo que puede cuestionarse en parte la objetividad de este trabajo.

8. Conclusiones

En esta RS se han evaluado 6 estudios, de los que 4 han obtenido resultados estadísticamente significativos, todos ellos en el equilibrio y 3 de ellos en la marcha. Aunque más de la mitad de los estudios han sido efectivos, es necesario analizar un mayor número de artículos para llegar a afirmar la efectividad de esta técnica, ya que con 6 estudios no es posible extraer unas conclusiones determinadas.

A pesar de ello, en líneas generales, la técnica de BF ha sido favorable en los 3 modos de aplicación estudiados, es decir, de forma visual, auditiva y vibrotáctil, gracias al uso de sensores inerciales y plataformas de fuerza. Este tipo de tratamiento es fácil de utilizar, presenta una buena adherencia y satisfacción por parte de los pacientes. Además, puede ser aplicable en cualquier etapa de la enfermedad de HY a excepción de la V.

Por lo tanto, ante la necesidad de realizar nuevos estudios, sería interesante considerar las siguientes líneas futuras de investigación:

- Valorar en los futuros estudios si la reeducación de la marcha presenta resultados significativos tanto en el equilibrio como en la marcha, y compararlo con el entrenamiento del equilibrio de forma aislada.
- Determinar una escala específica que evalúe el equilibrio y la marcha en la EP, así como también estudiar la posible aplicación de los sensores como herramienta evaluativa y establecer la ubicación de éstos.
- Realizar nuevos ECAs de buena calidad metodológica, que incluyan todas las etapas posibles de HY y una muestra de mayor tamaño para estudiar los diferentes tipos de BF, incluyendo el BF electrotáctil.
- Considerar el estudio de un protocolo de 6 semanas como mínimo, pudiendo aplicar como referencia una frecuencia de 3 días a la semana y con sesiones de 30'-45' de entrenamiento del BF, sin combinarse con otro tipo de tratamiento y con un seguimiento post-intervención.
- Investigar los beneficios y aplicabilidad del BF en el hogar.

9. Bibliografía

1. Sanidad MDE. Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Enfermedad de Parkinson. 2014;190.
2. Gimenez O. Enfermedad de Parkinson y Parkinsonismos. Micheli F; Nogués MA; Asconapé JJ. 2003;211–9.
3. Martínez-Fernández. R, Gasca-Salas C. C, Sánchez-Ferro Á, Ángel Obeso J. Actualización En La Enfermedad De Parkinson. Rev Médica Clínica Las Condes. 2016;27(3):363–79.
4. F M. Enfermedad de Parkinson y otros trastornos del movimiento. 2 nd. Buenos Aires: Panamericana; 2006.
5. Yan H, Wang J. Quantification of motor network dynamics in Parkinson's disease by means of landscape and flux theory. PLoS One. 2017;12(3):1–21.
6. Hurtado F, Cardenas MAN, Cardenas F, León LA. La enfermedad de Parkinson: Etiología, tratamientos y factores preventivos. Univ Psychol. 2016;15(5).
7. Rizek P, Kumar N, Jog MS. An update on the diagnosis and treatment of Parkinson disease. CMAJ. 2016;188(16):1157–65.
8. Crossman, A.R. Neary D. Neuroanatomía. 5th ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2015.
9. Minato T, Maeda T, Fujisawa Y, Tsuji H, Nomoto K, Ohno K, et al. Progression of Parkinson's disease is associated with gut dysbiosis: Two-year follow-up study. PLoS One. 2017;12(11):1–14.
10. García-Ramos R, López Valdés E, Ballesteros L, Jesús S, Mir P. Informe de la Fundación del Cerebro sobre el impacto social de la enfermedad de Parkinson en España. Neurología. 2016;31(6):401–13.
11. Menéndez M, Morgenstern L. Dependencia e impacto social de la enfermedad de Parkinson. Rev Española Discapac. 2013;(2):25–49.

12. Navarro OA, Martinez E, Gonzales C, Hernandez JA, Lopez IC. Guia oficial de práctica clinica en la enfermedad de parkinson. Soc española Neurol. 2009;9:282.
13. MINSAL. Enfermedad de Parkinson. Ser Guías clínicas MINSAL. 2010;47.
14. Perrote FM, Brochero NN, Concari IA, García IE, Assante ML. Congelación de la marcha y funciones ejecutivas en la enfermedad de Parkinson avanzada. Neurol Arg. 2017;9(3):156–62.
15. Palmerini L, Rocchi L, Mazilu S, Gazit E, Hausdorff JM, Chiari L. Identification of characteristic motor patterns preceding freezing of gait in Parkinson's disease using wearable sensors. Front Neurol. 2017;8(AUG):1–12.
16. Roos P De, Bloem BR, Kelley TA, Antonini A, Hagell P, Marras C, et al. A Consensus Set of Outcomes for Parkinson's Disease from the International Consortium for Health Outcomes Measurement. J Park Dis. 2017;7(3):533–43.
17. Goetz CG, Fahn S, Martinez-Martin P, Poewe W, Sampaio C, Stebbins GT, et al. Movement disorder society-sponsored revision of the unified Parkinson's disease rating scale (MDS-UPDRS): Process, format, and clinimetric testing plan. Mov Disord. 2007;22(1):41–7.
18. Muñoz-Hellín E, Cano-de-la-Cuerda R, Miangolarra-Page JC. Guías visuales como herramienta terapéutica en la enfermedad de Parkinson. Una revisión sistemática. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2013;48(4):190–7.
19. Giggins OM, Persson UMC, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2013;10(1):1.
20. Carrobbles JA. Bio/neurofeedback. Clínica y Salud. 2016;27(3):125–31.
21. Huang H, Wolf SL, He J. Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2006;3(1):11.
22. Horak FB. Objective Biomarkers of Balance and Gait for Parkinson's Disease using Body Worn Sensors. Mov Disord. 2013;28(11):1544–51.
23. Gordt K, Gerhardy T, Najafi B, Schwenk M. Effects of Wearable Sensor-Based

- Balance and Gait Training on Balance, Gait, and Functional Performance in Healthy and Patient Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Gerontology*. 2017;74–89.
24. Alhasan H, Hood V, Mainwaring F. The effect of visual biofeedback on balance in elderly population: A systematic review. *Clin Interv Aging*. 2017;12:487–97.
 25. Ma CZH, Wong DWC, Lam WK, Wan AHP, Lee WCC. Balance improvement effects of biofeedback systems with state-of-the-art wearable sensors: A systematic review. *Sensors (Switzerland)*. 2016;16(4).
 26. Tamburella F, Scivoletto G, Molinari M. Balance training improves static stability and gait in chronic incomplete spinal cord injury subjects: A pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013;49(3):353–64.
 27. Sienko KH, Balkwill MD, Oddsson LIE, Wall C. The effect of vibrotactile feedback on postural sway during locomotor activities. *J Neuroeng Rehabil*. 2013;10(1):1.
 28. Druzicki M, Guzik A, Przysada G, Kwolek A, Brzozowska-Magoń A. Efficacy of gait training using a treadmill with and without visual biofeedback in patients after stroke: A randomized study. *J Rehabil Med*. 2015;47(5):419–25.
 29. Allen NE, Sherrington C, Paul SS, Canning CG. Balance and falls in Parkinson's disease: A meta-analysis of the effect of exercise and motor training. *Mov Disord*. 2011;26(9):1605–15.
 30. Okuma Y, Silva de Lima AL, Fukae J, Bloem BR, Snijders AH. A prospective study of falls in relation to freezing of gait and response fluctuations in Parkinson's disease. *Park Relat Disord*. 2017;46:30–5.
 31. Yitayeh A, Teshome A. The effectiveness of physiotherapy treatment on balance dysfunction and postural instability in persons with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2016;8(1):17.
 32. Tomlinson CL et al. Physiotherapy for Parkinson ' s disease : a comparison of techniques (Review). *Cochrane Collab*. 2014;(6):1–121.

33. Agosta F, Gatti R, Sarasso E, Volonté MA, Canu E, Meani A, et al. Brain plasticity in Parkinson's disease with freezing of gait induced by action observation training. *J Neurol*. 2017;264(1):88–101.
34. Baram Y. Virtual Sensory Feedback for Gait Improvement in Neurological Patients. *Front Neurol*. 2013;4(October):1–6.
35. Higgins JPT, Green S. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. Cochrane. 2011;(March):1–639.
36. Cr PDEL, Entendiendo TC. A ¿ Son válidos los resultados del ensayo? 2005;1–4.
37. Sagunto H De. Niveles de evidencia y grados de recomendación (I / II). 2003;2:2001–4.
38. Carpinella I, Cattaneo D, Bonora G, Bowman T, Martina L, Montesano A, et al. Wearable Sensor-Based Biofeedback Training for Balance and Gait in Parkinson Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(4):622–630.e3.
39. Ginis P, Nieuwboer A, Dorfman M, Ferrari A, Gazit E, Canning CG, et al. Feasibility and effects of home-based smartphone-delivered automated feedback training for gait in people with Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial. *Park Relat Disord*. 2016;22:28–34.
40. Frazzitta G, Bossio F, Maestri R, Palamara G, Bera R, Ferrazzoli D. Crossover versus stabilometric platform for the treatment of balance dysfunction in Parkinson's disease: A randomized study. *Biomed Res Int*. 2015;2015.
41. van den Heuvel MRC, Kwakkel G, Beek PJ, Berendse HW, Daffertshofer A, van Wegen EEH. Effects of augmented visual feedback during balance training in Parkinson's disease: A pilot randomized clinical trial. *Park Relat Disord*. 2014;20(12):1352–8.
42. Byl N, Zhang W, Coo S, Tomizuka M. Clinical impact of gait training enhanced with visual kinematic biofeedback: Patients with Parkinson's disease and patients stable post stroke. *Neuropsychologia*. 2015;79:332–43.

43. Nanhoe-Mahabier W, Allum JH, Pasman EP, Overeem S, Bloem BR. The effects of vibrotactile biofeedback training on trunk sway in Parkinson's disease patients. *Park Relat Disord*. 2012;18(9):1017–21.
44. Hubble RP, Naughton GA, Silburn PA, Cole MH. Wearable sensor use for assessing standing balance and walking stability in people with Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS One*. 2015;10(4):1–22.
45. Bloem BR, Marinus J, Almeida Q, Dibble L, Nieuwboer A, Post B, et al. Measurement instruments to assess posture, gait, and balance in Parkinson's disease: Critique and recommendations. *Mov Disord*. 2016;31(9):1342–55.

10. Anexos

10.1. Anexo I: clasificación de Hoehn y Yahr

Clasificación de Hoehn y Yahr (H & Y)¹¹⁹

Estándar de referencia en la evaluación global de la gravedad de los pacientes con EP (función motora y avance de la enfermedad). La versión original clasifica desde I hasta V.

- El estadio I indica enfermedad unilateral
- El estadio II indica enfermedad bilateral sin inestabilidad postural
- El estadio III indica inestabilidad postural
- El estadio IV indica una discapacidad considerable, pero se mantiene la habilidad para andar independientemente
- El estadio V indica dependencia de la silla de ruedas o que sólo pueden andar con ayuda

10.2. Anexo II: escala MDS-UPDRS

Enlace para acceder a la escala MDS-UPDRS validada en español:

http://www.movementdisorders.org/MDS-Files1/PDFs/MDS-UPDRS_Spanish_FINAL.pdf

10.3. Anexo III: escala PDQ-39

La escala PDQ-39 sirve para determinar la calidad de vida en la EP, está formada por una serie de preguntas que se muestran a continuación.

	Ocasional- Nunca	Algunas mente	Frecuente- veces	Siempre o incapaz de hacerlo (si es aplicable)
--	---------------------	------------------	---------------------	--

1. Dificultad para realizar las actividades de ocio que le gustaría hacer
2. Dificultad para realizar tareas de la casa (por ejemplo, efectuar reparaciones, cocinar, ordenar cosas, decorar, limpieza,...)
3. Dificultad para cargar con paquetes o las bolsas de la compra
4. Problemas para caminar una distancia de unos 750 metros
5. Problemas para caminar unos 100 metros

6. Problemas para dar una vuelta alrededor de casa con tanta facilidad como le gustaría
7. Problemas para moverse en sitios públicos
8. Necesidad de que alguien le acompañara cuando salía a la calle
9. Sensación de miedo o preocupación por si se caía en público
10. Permanecer confinado en casa más tiempo del que usted desearía
11. Dificultades para su aseo personal
12. Dificultades para vestirse solo
13. Problemas para abotonarse la ropa o atarse los cordones de los zapatos
14. Problemas para escribir con claridad
15. Dificultad para cortar los alimentos.
16. Dificultades para sostener un vaso o una taza sin derramar el contenido.
17. Sensación de depresión
18. Sensación soledad y aislamiento
19. Sensación de estar lloroso o con ganas de llorar
20. Sensación de enfado o amargura
21. Sensación de ansiedad o nerviosismo
22. Preocupación acerca de su futuro
23. Tendencia a ocultar su Enfermedad de Parkinson a la gente
24. Evitar situaciones que impliquen comer o beber en público
25. Sentimiento de vergüenza en público debido a tener la Enfermedad de Parkinson
26. Sentimiento de preocupación por la reacción de otras personas hacia usted

- 27. Problemas en las relaciones personales con las personas íntimas
- 28. Falta de apoyo de su esposo/a o pareja de la manera que usted necesitaba (Si usted no tiene esposo/a o pareja marque esta casilla, por favor)
- 29. No ha recibido apoyo de sus familiares o amigos íntimos de la manera que usted necesitaba
- 30. Quedarse inesperadamente dormido durante el día
- 31. Problemas para concentrarse; por ejemplo, cuando lee o ve la televisión
- 32. Sensación de que su memoria funciona mal.
- 33. Alucinaciones o pesadillas inquietantes
- 34. Dificultad al hablar
- 35. Incapacidad para comunicarse adecuadamente con la gente
- 36. Sensación de que la gente le ignora
- 37. Calambres musculares o espasmos dolorosos
- 38. Molestias o dolores en las articulaciones o en el cuerpo
- 39. Sensaciones desagradables de calor o frío

10.4. Anexo IV: escala CASPe

La escala CASPe está formada por 11 preguntas que responden a una lectura crítica de un ensayo clínico. Éstas son divididas en 3 grandes bloques: ¿Son válidos los resultados del ensayo? ¿Cuáles son los resultados? ¿Pueden ayudarnos estos resultados?

Estudios	Carpinella et al. (2017)	Byl et al. (2015)	Van den Heuvel et al. (2014)	Frazzita et al. (2015)	Ginis et al. (2015)	Nanhoe-Mahabier et al. (2012)
¿Son válidos los resultados del ensayo?						
¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos ?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?	SI	SI	SI	NO SÉ	NO SÉ	SI
¿Se mantuvo el	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ	NO SÉ	NO	NO

cegamiento a pacientes, clínicos y personal del estudio?						
¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?	NO	SI	SI	SI	SI	SI
¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Cuáles son los resultados?						
¿Es muy grande el efecto del tratamiento?	Significativo	Significativo	Significativo	No significativo	Significativo	No significativo
¿Cuál es la precisión de este efecto?	Intervalo de confianza (IC): 95%	IC: 95%	IC: 95%	IC: 95%	IC: 95%	IC: 95%
¿Pueden ayudarnos estos resultados?						
¿Puede aplicarse estos resultados en tu medio o población local?	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se tuvieron en	SI	SI	SI	SI	SI	SI

cuenta todos los resultados de importancia clínica?						
¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?	SI	SI	SI	SI	SI	SI

10.5. Anexo V: escala CEBM

Tabla VI. Niveles de evidencia (CEBM)

Nivel de evidencia	Tipo de estudio
1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad.
1b	Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza estrecho.
1c	Práctica clínica ("todos o ninguno") (*)
2a	Revisión sistemática de estudios de cohortes, con homogeneidad.
2b	Estudio de cohortes o ensayo clínico aleatorizado de baja calidad (**)
2c	<i>Outcomes research</i> (***), estudios ecológicos.
3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad.
3b	Estudio de casos y controles.
4	Serie de casos o estudios de cohortes y de casos y controles de baja calidad (****)
5	Opinión de expertos sin valoración crítica explícita, o basados en la fisiología, <i>bench research</i> o <i>first principles</i> (*****)

Se debe añadir un signo menos (-) para indicar que el nivel de evidencia no es concluyente si:

- Ensayo clínico aleatorizado con intervalo de confianza amplio y no estadísticamente significativo.
- Revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa.

(*) Cuando todos los pacientes mueren antes de que un determinado tratamiento esté disponible, y con él algunos pacientes sobreviven, o bien cuando algunos pacientes mueren antes de su disponibilidad, y con él no muere ninguno.

(**) Por ejemplo, con seguimiento inferior al 80%.

(***) El término *outcomes research* hace referencia a estudios de cohortes de pacientes con el mismo diagnóstico en los que se relacionan los eventos que suceden con las medidas terapéuticas que reciben.

(****) Estudio de cohortes: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas y/o sin seguimiento completo y suficientemente prolongado. Estudio de casos y controles: sin clara definición de los grupos comparados y/o sin medición objetiva de las exposiciones y eventos (preferentemente ciega) y/o sin identificar o controlar adecuadamente variables de confusión conocidas.

(*****) El término *first principles* hace referencia a la adopción de determinada práctica clínica basada en principios fisiopatológicos.

Tabla VII. Grados de recomendación (CEBM)

Grado de recomendación	Nivel de evidencia
A	Estudios de nivel 1.
B	Estudios de nivel 2-3, o extrapolación de estudios de nivel 1.
C	Estudios de nivel 4, o extrapolación de estudios de nivel 2-3.
D	Estudios de nivel 5, o estudios no concluyentes de cualquier nivel.

La extrapolación se aplica cuando nuestro escenario clínico tiene diferencias importantes respecto a la situación original del estudio.